

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-271679

(43)Date of publication of application : 05.10.2001

(51)Int.Cl.

F02D 41/04
B01D 53/94
F01N 3/08
F01N 3/20

(21)Application number : 2000-086823

(71)Applicant : NGK SPARK PLUG CO LTD

(22)Date of filing : 27.03.2000

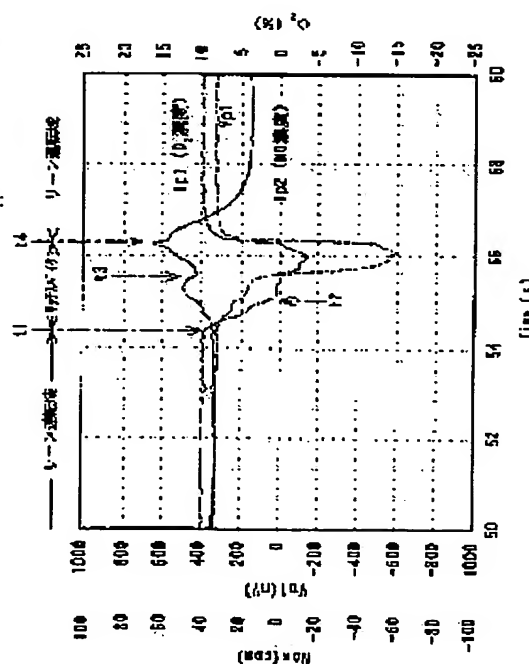
(72)Inventor : HAYAKAWA NOBUHIRO
NASU MINEJI
SHIOTANI KOJI
TANABE SHINJI

(54) AIR-FUEL RATIO CONTROL METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an air-fuel ratio control method for always providing satisfactory exhaust emission, without generating excess/shortage in drive time for a rich spike.

SOLUTION: When a large quantity of unburned components is discharged from an internal combustion engine by starting of the rich spike, exhaust gas discharged to the downstream of a nitrogen oxide adsorbing catalyst (hereinafter referred to as 'catalyst'), stoichiometric atmosphere (at time t2: oxygen concentration is 0%) is set, while nitrogen oxide to be reduced by the unburned component is left in the catalyst. Subsequently, because the unburned components are discharged to the downstream of the catalyst when the reduction of the nitrogen oxide is completed (time t3), exhaust gas is changed into rich atmosphere (oxygen concentration: negative). Excessive drive of the rich spike is surely prevented, by detecting the change into rich atmosphere of exhaust gas in the downstream of the catalyst from changes in oxygen concentration and nitrogen oxide concentration in exhaust gas and terminating the rich spike by the detection timing (time t3).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-271679
(P2001-271679A)

(43) 公開日 平成13年10月5日 (2001. 10. 5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
F 0 2 D 41/04	3 0 5	F 0 2 D 41/04	3 0 5 A 3 G 0 9 1
B 0 1 D 53/94		F 0 1 N 3/08	A 3 G 3 0 1
F 0 1 N 3/08			H 4 D 0 4 8
		3/20	E
3/20		B 0 1 D 53/36	1 0 2 B
		審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 9 頁)	

(21) 出願番号 特願2000-86823 (P2000-86823)

(22) 出願日 平成12年3月27日 (2000. 3. 27)

(71) 出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号

(72) 発明者 早川 暢博

愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72) 発明者 那須 峰次

愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(74) 代理人 100082500

弁理士 足立 勉 (外1名)

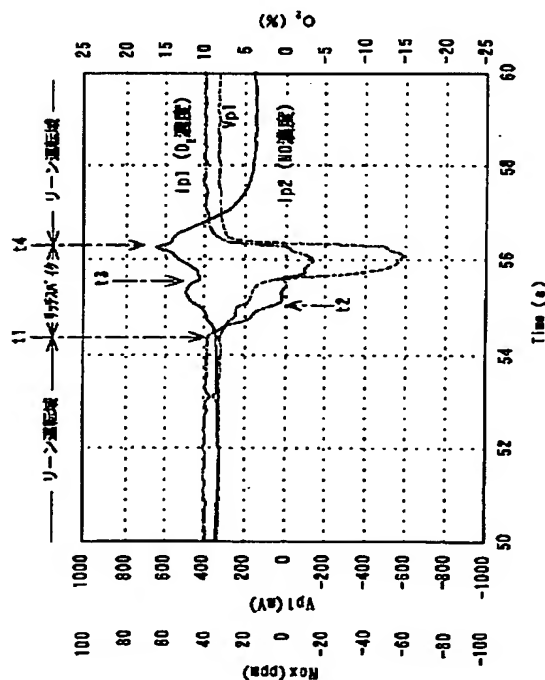
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空燃比制御方法

(57) 【要約】

【課題】 リッチスパイクの打込時間に過不足が生じることがなく、常に良好な排気エミッションが得られる空燃比制御方法を提供する。

【解決手段】 窒素酸化物吸着触媒（以下「触媒」と記す）の下流に放出される排ガスは、リッチスパイクの開始により内燃機関から未燃成分が大量に排出されると、触媒中に未燃成分によって還元されるべき窒素酸化物が残存している間はストイキ（時刻 t_2 ：酸素濃度が0%）雰囲気となる。その後、この窒素酸化物の還元が完了すると（時刻 t_3 ）、未燃成分が触媒の下流に放出されるため、排ガスはリッチ雰囲気に変化する（酸素濃度：マイナス）。このような触媒の下流における排ガスのリッチ雰囲気への変化を、排ガス中の酸素濃度や窒素酸化物濃度の変化から検出して、その検出タイミング（時刻 t_3 ）にてリッチスパイクを終了することにより、過剰なリッチスパイクの打込が確実に防止される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気経路中に設けられた窒素酸化物吸着触媒の吸着能力の回復のために、一時的に空燃比をリッチにするリッチスパイクを実施する内燃機関の空燃比制御方法であって、

前記リッチスパイク開始後の前記窒素酸化物吸着触媒の下流の排ガス成分の変化に基づいて、前記リッチスパイクを終了させることを特徴とする空燃比制御方法。

【請求項2】 前記窒素酸化物吸着触媒の下流の排ガスが、リーン雰囲気からストイキ雰囲気或いはリッチ雰囲気に変化したことに基づいて、前記リッチスパイクを終了させることを特徴とする請求項1記載の空燃比制御方法。

【請求項3】 前記窒素酸化物吸着触媒の下流の排ガス中の酸素濃度の変化に基づいて、前記リッチスパイクを終了させることを特徴とする請求項1記載の空燃比制御方法。

【請求項4】 被測定ガス空間に連通した第1測定室と、該第1測定室に面する第1酸素ポンプセル及び酸素濃度測定セルとを備えたガスセンサを用い、前記第1酸素ポンプセルに流れる第1ポンプ電流、該第1酸素ポンプセルに印加される第1ポンプ電圧、若しくは前記酸素濃度測定セルの出力電圧の内の少なくとも一つから、前記排ガス成分の変化を検出し、該変化に基づいて前記リッチスパイクを終了させることを特徴とする請求項1ないし請求項3いずれか記載の空燃比制御方法。

【請求項5】 前記第1測定室内の酸素を、前記第1酸素ポンプセルによってストイキ雰囲気程度の低濃度に制御し、前記第1ポンプ電流或いは第1ポンプ電圧の極性が反転したことから、前記排ガス成分の変化を検出し、該変化に基づいて前記リッチスパイクを終了させることを特徴とする請求項4記載の空燃比制御方法。

【請求項6】 前記窒素酸化物吸着触媒の下流の排ガス中の窒素酸化物濃度の変化に基づいて、前記リッチスパイクを終了させることを特徴とする請求項1記載のリッチスパイクの制御方法。

【請求項7】 被測定ガス空間に連通した第1測定室と、該第1測定室に面する第1酸素ポンプセル及び酸素濃度測定セルと、前記第1測定室に連通した第2測定室と、該第2測定室に面した第2酸素ポンプセルとを備えたガスセンサを用い、前記第2酸素ポンプセルに流れる第2ポンプ電流から、前記排ガス成分の変化を検出し、該変化に基づいて前記リッチスパイクを終了させることを特徴とする請求項1又は請求項6記載の空燃比制御方法。

【請求項8】 前記第1測定室内の酸素を、該第1測定室内の少なくとも一部の窒素酸化物が分解する程度の低濃度に、前記第1酸素ポンプセルによって制御すると共

に、前記第2測定室内の酸素を、前記第2測定室内の殆ど全ての窒素酸化物が酸素と窒素とに分解する程度の低濃度に、前記第2酸素ポンプセルによって制御し、少なくとも前記第2酸素ポンプセルに流れる第2ポンプ電流から、前記排ガス中の窒素酸化物濃度の変化を検出し、該変化に基づいて前記リッチスパイクを終了させることを特徴とする請求項7記載の空燃比制御方法。

【請求項9】 前記第2ポンプ電流が、増大から減少に転じるか、或いは減少から再度増大に転じることから、前記排ガス成分の変化を検出し、該変化に基づいて前記リッチスパイクを終了させることを特徴とする請求項7又は請求項8記載の空燃比制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気経路中に設けられた窒素酸化物吸着触媒の吸着能力の回復のために、一時的に空燃比をリッチにするリッチスパイクを実施する内燃機関の空燃比制御方法に関し、特にリッチスパイクの終了タイミングの制御に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、燃料に対する空気の量が多い希薄（リーン）空燃比にて運転制御されるリーンバーンエンジンや直噴エンジン等では、窒素酸化物（ NO_x ）吸着触媒を用いた排ガスの浄化が行われている。

【0003】即ち、通常、内燃機関では、排ガスに含まれる窒素酸化物と未燃成分（ H_2 、 HC 、 CO ）とを三元触媒を用いて反応させ、窒素酸化物を N_2 に還元して排ガスの浄化を行っているが、希薄空燃比で運転した場合は、排ガスに多量の酸素が含まれるため、この酸素と未燃成分とが反応してしまい、窒素酸化物を浄化することができない。このため、排ガス中の窒素酸化物を硝酸塩として蓄積する窒素酸化物吸着材を触媒中に設けた窒素酸化物吸着触媒が用いられているのである。

【0004】但し、その窒素酸化物吸着量には限界があるため、窒素酸化物吸着触媒を用いる場合は、窒素酸化物の吸着量が限界に達する前に、適宜窒素酸化物吸着能力を回復させる必要がある。このため、一時的に、内燃機関に供給する燃料混合気の空燃比を燃料の多いリッチ空燃比に制御して、いわゆるリッチスパイクを打ち込むことにより、内燃機関から未燃成分を多量に含む排ガスを排出させ、窒素酸化物吸着触媒に蓄積された窒素酸化物を、この未燃成分にて還元することが行われている。

【0005】そして、リッチスパイクの打込は、通常、予め設定された一定時間（例えば40s）毎に定期的に行うか、又は窒素酸化物吸着触媒の下流に窒素酸化物センサを取り付け、窒素酸化物吸着触媒からの窒素酸化物の漏出量を検出し、窒素酸化物の漏出量が規定量以上となった時点で開始され、運転条件（車速、エンジン回転数、吸入空気量、吸着触媒温度など）に基づき予め設定されたマップデータを参照することにより求められる打

込時間の間、或いは予め設定された一定時間（例えば3 s）の間だけ継続される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このような方法では、マップデータを用いて打込時間を設定したとしても、運転状態等に基づいて窒素酸化物吸着触媒の吸着状態を予想して制御しているに過ぎず、その時々運転状態の変化に応じた窒素酸化物吸着量のばらつきや、窒素酸化物吸着触媒の特性の経年変化等に柔軟に対応することができない。その結果、打込時間に過不足が発生して、排気エミッションを悪化させてしまうという問題があった。

【0007】即ち、リッチスパイクの打込時間が不足している場合には、窒素酸化物吸着触媒に吸着された窒素酸化物が十分に還元されないため、新たに窒素酸化物を吸着できる量が減少し、リッチスパイク終了後に希薄（リーン）空燃比での運転に戻った時の窒素酸化物の発生量が多くなることにより排気エミッションが悪化する。一方、リッチスパイクの打込時間が過剰な場合には、窒素酸化物吸着触媒に吸着されている窒素酸化物は完全に還元されるが、窒素酸化物の還元不使用されないCO、HCが発生することにより排気エミッションが悪化する。特に、打込時間が過剰な場合には、リッチスパイクにて消費される過剰な燃料のため、燃費が悪化するという問題もあった。

【0008】本発明は、上記問題点を解決するために、リッチスパイクの打込時間に過不足が生じることがなく、常に良好な排気エミッションが得られる空燃比制御方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための検討の一つとして、窒素酸化物吸着触媒の下流に放出される排ガス成分の測定を行った。なお、排ガス成分を検出するセンサとしては、図3に示すように、酸素イオン伝導性のある固体電解質層に多孔質電極を形成することにより形成された第1酸素ポンプセル11、酸素濃度測定セル12、第2酸素ポンプセル13を絶縁層14、15を介して積層した構造を有するセンサ本体10a、及びセンサ本体10aを加熱するヒータ10bからなる周知の窒素酸化物センサ10を用いた。

【0010】即ち、センサ本体10aは、第1拡散経路16を介して被測定ガス空間（排気管内）に連通する第1測定室S1、及び第2拡散経路17を介して第1測定室S1に連通する第2測定室S2を有し、第1酸素ポンプセル11及び第2酸素ポンプセル13により、第1測定室S1及び第2測定室S2内の酸素のポンピング（汲み出し、汲み入れ）をそれぞれ可能とし、酸素濃度測定セル12により、酸素濃度を一定に制御された酸素基準室18と第1測定室S1との酸素濃度差、つまり第1測定室S1内の酸素濃度の測定を可能とするように構成さ

れている。

【0011】そして、窒素酸化物センサ10を駆動する駆動回路20は、酸素濃度測定セル12の両端電圧Vsが予め設定された一定電圧（425mV）となるように第1ポンプ電流Ip1を制御する。すると、第1酸素ポンプセル11により、第1測定室S1内のO₂濃度が第1測定室S1内にて窒素酸化物の少なくとも一部が分解される程度の低濃度（≒0%）に保持される。この時流れる第1ポンプ電流Ip1が、被測定ガス中のO₂濃度に応じた大きさとなり、またこの電流値Ip1に応じて、第1酸素ポンプセル11に印加される第1ポンプ電圧Vp1も変化する。

【0012】これと共に、駆動回路20は、第2酸素ポンプセル13に、第2測定室S2から酸素を汲み出す方向に一定の第2ポンプ電圧V2pを印加する。すると、第2酸素ポンプセル13は、その多孔質電極の触媒機能によって、被測定ガス中の窒素酸化物を窒素と酸素とに分解し、この窒素酸化物の分解により得られた酸素を第2測定室S2から抜き取る。このため、第2ポンプ電流Ip2は、被測定ガス中の窒素酸化物濃度に応じた大きさとなる。

【0013】そして、駆動回路20は、窒素酸化物センサ10の出力として、第1ポンプ電流Ip1（酸素濃度）、第2ポンプ電流Ip2（窒素酸化物濃度）、及び第1ポンプ電圧Vp1の各検出値を出力するように構成されている。このように構成された窒素酸化物センサ10を、ガソリン直噴（DI）エンジンを搭載した自動車の排気管に、窒素酸化物吸着触媒の下流に位置するよう備え付け、駆動回路20を介して検出される窒素酸化物センサ10の出力を測定した。

【0014】図4は、自動車を時速90km/hで走行させた状態で、リッチスパイクを一定期間（ここでは約2秒間）だけ打ち込み、その前後における測定結果を表すグラフである。図4に示すように、リッチスパイク打込前の通常運転中（リーン空燃比）は、排ガス組成に応じた安定した第1ポンプ電流Ip1（酸素濃度≒10%）、第1ポンプ電圧Vp1（≒300mV）、第2ポンプ電流Ip2（窒素酸化物濃度≒30ppm）が得られる。但し、窒素酸化物濃度は、窒素酸化物吸着触媒にて吸着された後の大きさであり、時間の経過と共に少しずつ増大している。

【0015】リッチスパイクの打込が開始されると（時刻t1）、エンジンから未燃成分を大量に含み酸素が欠乏したリッチガスが排出されることにより、第1ポンプ電流Ip1及び第1ポンプ電圧Vp1が、ストイキ（酸素濃度≒0%）に近い値まで急激に低下する（時刻t2）。これは、窒素酸化物吸着触媒に吸着されていた窒素酸化物が、リッチガスと反応して浄化（N₂、H₂O、CO₂）され、この浄化された排ガスが窒素酸化物吸着触媒の下流に放出されるためであり、窒素酸化物吸着触媒

に窒素酸化物が残存する間は、この状態が継続する。

【0016】その一方で、窒素酸化物吸着触媒に吸着されていた窒素酸化物の一部は吸着触媒から脱離して下流に放出され、 NO_x センサに検知される。また、別の一部は反応して NH_3 になり、これを窒素酸化物センサ10が窒素酸化物と区別できずに検出してしまうことにより、第2ポンプ電流 I_{p2} の出力は、一時的に増大するが、リッチガスによる還元反応が進み窒素酸化物吸着触媒中の窒素酸化物残存量が減少するに従って、第2ポンプ電流 I_{p2} の出力は再び減少する（第1の窒素酸化物ピーク）。

【0017】窒素酸化物吸着触媒に吸着されていた窒素酸化物が完全に還元されてしまうと（時刻 t_3 ）、リッチガスが窒素酸化物吸着触媒の下流にそのまま放出されることにより、第1ポンプ電流 I_{p1} 及び第1ポンプ電圧 V_{p1} は、リッチ状態（酸素濃度マイナス、 $V_{p1} \approx -6.0 \text{ mV}$ ）を示す値まで急激に低下する。

【0018】この時、エンジンからの排ガスには、リッチ雰囲気でも相当量の窒素酸化物が含まれ、これらが浄化されることなく、あるいはリッチガスと反応した NH_3 となって、窒素酸化物吸着触媒の下流に放出され、これら窒素酸化物及び NH_3 が窒素酸化物センサにて検出されることにより、第2ポンプ電流 I_{p2} は、再度増大に転じる（第2の窒素酸化物ピーク）。

【0019】その後、リッチスパイクの打込が終了すると（時刻 t_4 ）、通常運転（リーン空燃比）に戻ることにより、窒素酸化物センサ10の各出力は、排ガス組成に応じた値に復帰する。この時、第1ポンプ電流 I_{p1} 及び第1ポンプ電圧 V_{p1} は、リッチスパイク打込前とほぼ同じ値となり、第2ポンプ電流 I_{p2} は、窒素酸化物吸着触媒の窒素酸化物吸着能力が回復したことにより、窒素酸化物吸着触媒にてより多くの窒素酸化物が吸着されるため、リッチスパイク打込前より小さな値（窒素酸化物濃度 $\approx 15 \text{ ppm}$ ）となる。

【0020】このような測定結果に基づき、上記目的を達成するためになされた発明である請求項1記載の空燃比制御方法は、リッチスパイク開始後の窒素酸化物吸着触媒の下流の排ガス成分の変化に基づいて、リッチスパイクを終了させることを特徴とする。

【0021】つまり、窒素酸化物吸着触媒の下流にて検出される排ガス成分は、窒素酸化物吸着触媒の状態を正確に反映したものとなるため、その排ガス成分の変化に基づいてリッチスパイクを終了させれば、窒素酸化物吸着触媒の特性や運転状態がどのように変化したとしても、打込時間に大きな過不足を生じさせることがなく、排気エミッションを常に良好に保つことができると共に、リッチスパイクによって必要以上に燃費を低下させてしまうことを確実に防止できる。

【0022】なお、排ガス成分を検出するセンサとしては、従来知られている様々なタイプのガスセンサを用い

ることができる。また、窒素酸化物吸着触媒の下流の排ガス中では、上記のガスセンサによって検出されるあらゆる排ガス成分が、窒素酸化物吸着触媒の吸着能力の変化に対して変化する。従って、これら排ガス成分の変化を検出することで、窒素酸化物吸着触媒の吸着能力の変化を検出することができる。

【0023】これらガスセンサの測定対象としては、酸素濃度でも良いし、空燃比でも良い。或いは排ガス中の窒素酸化物や炭化水素、或いはアンモニアや水蒸気、一酸化炭素などの特定ガス種の変化を検出しても良い。上記の排ガス成分の変化の中で、最も簡単に測定できるのは空燃比である。即ち、リッチスパイクの打込後に、窒素酸化物吸着触媒の下流にて検出される排ガス成分は、窒素酸化物吸着触媒に還元すべき窒素酸化物が残存している間、ストイキ雰囲気となり、窒素酸化物吸着触媒の窒素酸化物が完全に還元されてしまうと、リッチ雰囲気となる。

【0024】従って、具体的には、請求項2記載のように、窒素酸化物吸着触媒の下流の排ガスが、リーン雰囲気からストイキ雰囲気或いはリッチ雰囲気に変化したことに基づいて、リッチスパイクを終了させることが望ましい。なお、排ガスのリッチ雰囲気への変化（図4中の時刻 t_3 参照）を検出後にリッチスパイクを終了させれば、窒素酸化物吸着触媒に吸着された窒素酸化物を完全に還元することができる。但し、この場合、排ガス成分の変化を検出後、希薄空燃比での運転に戻るまでの間、未燃成分が排出されてしまう。このため、この間の制御遅れが大きい場合には、ストイキ雰囲気に変化した時点（図4中の時刻 t_2 参照）に基づいて、リッチスパイクを終了させてもよい。この場合、窒素酸化物吸着触媒に吸着された窒素酸化物を完全には還元できない場合があるが、窒素酸化物吸着触媒の下流への未燃成分の排出量を確実に減少させることが可能となる。

【0025】このような空燃比を単純に測定するのは、例えば、特開昭60-158346号公報に開示されている酸化物半導体の抵抗値によって、排ガス中の酸素濃度を検出するセンサや、特開平11-183426号公報に開示されている固体電解質体の起電力によって、排ガス中の酸素濃度を検出するセンサなどでもよい。或いは、特開平9-236578号公報に開示されている様な、排ガスの空燃比に対して直線的に出力を出すガスセンサを用いることもできる。

【0026】また、この他、請求項3記載のように、窒素酸化物吸着触媒の下流の排ガス中の酸素濃度の変化、或いは請求項6記載のように、窒素酸化物吸着触媒の下流の排ガス中の窒素酸化物濃度の変化に基づいて、リッチスパイクを終了させるように構成してもよい。

【0027】実際には、空燃比と酸素濃度とは、少なくともリーン雰囲気においては良い相関関係を有しており、センサ出力としては区別しないで用いる場合もあ

る。このうち、酸素濃度を用いる場合には、例えば請求項4記載のように、被測定ガス空間に連通した第1測定室と、この第1測定室に面する第1酸素ポンプセル及び酸素濃度測定セルとを備えたガスセンサを用いることができる。

【0028】この場合、第1酸素ポンプセルに流れる第1ポンプ電流、この第1酸素ポンプセルに印加される第1ポンプ電圧、若しくは酸素濃度測定セルの出力電圧の内の少なくとも一つから、酸素濃度の変化、ひいては排ガス成分の変化を検知することができる。

【0029】具体的には、例えば、ストイキ雰囲気に対応する第1ポンプ電流、第1ポンプ電圧以下、或いはこれに対応する酸素濃度測定セルの出力電圧以上の基準値を設定し、第1ポンプ電流、第1ポンプ電圧、或いは酸素濃度測定セルの出力電圧が、この基準値を越えてリーン側からリッチ側に变化したことに基づき、リッチスパイクを終了させればよい。

【0030】特に、請求項5記載のように、第1測定室内の酸素を、第1酸素ポンプセルによってストイキ雰囲気程度の低濃度に制御すれば、酸素濃度がほぼゼロとなる付近で第1ポンプ電流がゼロとなり、空燃比がリーンの時には第1測定室から酸素を汲み出す方向に、また空燃比がリッチの時には第1測定室に酸素を汲み入れる方向に第1ポンプ電流が流れ、即ち、排ガスがリーン雰囲気の場合とリッチ雰囲気の場合とで極性が反転する。なお、この第1ポンプ電流に従って、第1ポンプ電圧も同様に極性が反転する。

【0031】従って、このような場合には、第1ポンプ電流或いは第1ポンプ電圧の極性が反転したことに基いて、リッチスパイクを終了させればよい。なお、リーン雰囲気からリッチ雰囲気への変化時に生じるポンプ電流及びポンプ電圧の変化はポンプ電圧の方が大きくノイズに強いので、ポンプ電圧の方がより検知に適している。

【0032】窒素酸化物吸着触媒の吸着能力の変化を最も敏感に反映するのが、窒素酸化物濃度である。従って、窒素酸化物濃度を検出して窒素酸化物濃度の吸着能力を判定するのが、最も精度良く吸着能力の変化を検出できる。一方、窒素酸化物吸着触媒の下流の排ガス中の窒素酸化物濃度の変化に基づいて、リッチスパイクを終了させる場合には、例えば、請求項7記載のように、被測定ガス空間に連通した第1測定室と、この第1測定室に面する第1酸素ポンプセル及び酸素濃度測定セルと、第1測定室に連通した第2測定室と、この第2測定室に面した第2酸素ポンプセルとを備えたガスセンサを用いることができる。

【0033】この場合、第2酸素ポンプセルに流れる第2ポンプ電流から、排ガス中の窒素酸化物濃度の変化、ひいては排ガス成分の変化を検出することができる。なお、請求項7記載のガスセンサは、請求項8記載のよう

に、第1測定室内の酸素を、この第1測定室内の少なくとも一部の窒素酸化物が分解する程度の低濃度に、第1酸素ポンプセルによって制御すると共に、第2測定室内の酸素を、この第2測定室内の殆ど全ての窒素酸化物が酸素と窒素とに分解する程度の低濃度に、第2酸素ポンプセルによって制御することが望ましい。

【0034】また、請求項7記載のガスセンサを用いた場合、リッチスパイク打込後に、第2ポンプ電流は、上述したように（図4中の時刻t1～t3参照）、窒素酸化物吸着触媒が完全に還元されるまでの間に第1の窒素酸化物ピークが表れ、更に、窒素酸化物吸着触媒が完全に還元されて測定対象の排ガスがリッチに変化すると（図中の時刻t3～t4参照）、これに伴って第2ポンプ電流は、急激に増大することになる。

【0035】従って、請求項7記載のガスセンサを用いた場合には、請求項8記載のように、第2ポンプ電流が、増大から減少に転じるか、或いは減少から再度増大に転じた時点に基づいて、リッチスパイクを終了させるように制御すればよい。

【0036】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施形態を図面と共に説明する。

〔第1実施形態〕図1は、本発明が適用された自動車用排ガス浄化システムの全体構成図である。

【0037】図1に示すように、本実施形態の排ガス浄化システム2は、内燃機関（ガソリン直噴エンジン）M1の排気管M3に設けられ、排ガス中の窒素酸化物（ NO_x ）を吸着して除去する窒素酸化物吸着触媒4と、この窒素酸化物吸着触媒4を通過した排ガス中の酸素（ O_2 ）濃度、及び窒素酸化物濃度の検出が可能な窒素酸化物センサ10と、窒素酸化物センサ10を駆動する駆動回路20と、窒素酸化物吸着触媒4に流入する前の排ガスの空燃比を検出する空燃比センサM6等、内燃機関M1の運転状態を検出する各種センサ（図示せず）の出力、及び駆動回路20を介して取り込まれる窒素酸化物センサ10の出力に基づき、内燃機関M1の吸気管M2に設けられたスロットルバルブM4やインジェクタM5を駆動して、内燃機関M1の運転状態を制御する電子制御装置（ECU）6とを備えている。

【0038】このうち、窒素酸化物吸着触媒4は、例えば、窒素酸化物吸着物質である炭酸バリウム、及びロジウムや白金等の触媒をセラミック製のハニカム担体に担持させた周知のものであり、排ガス中に含まれる NO を、触媒の作用により NO_2 に変換し、更に炭酸バリウムと反応して生成される硝酸バリウムの状態で吸着する。

【0039】また、窒素酸化物センサ10及び駆動回路20は、先の〔課題を解決するための手段〕にて説明したもの（図3参照）と全く同じものであるため、ここでは説明を省略する。次にECU6は、CPU、ROM、

RAMを中心に構成されたマイクロコンピュータからなり、図示しない各種センサの出力に基づき、空燃比センサM6にて検出される空燃比が所望の目標値（通常はリーン状態）となるよう、スロットルバルブM4、インジェクタM5を制御する運転制御処理を繰り返し実行する他、窒素酸化物センサ10にて検出される窒素酸化物濃度が予め設定されたしきい値（例えば30ppm）を越え、窒素酸化物吸着触媒4の窒素酸化物吸着能力を回復させるために、内燃機関M1を一時的にリッチ状態にて運転させるリッチスパイク打込処理を実行する。

【0040】このリッチスパイク打込処理を、図2(a)に示すフローチャートに沿って説明する。本処理が起動されると、まずS110では、リッチスパイクの打込開始を指示する。これにより、本処理と並列に実行される運転制御処理において、空燃比の目標値が所望のリッチ状態となるように変更され、リッチ状態での内燃機関M1の運転が開始される。

【0041】S120では、駆動回路20を介して第1ポンプ電流I_{p1}の検出値を読み込み、続くS130では、第1ポンプ電流I_{p1}が、予め設定された基準値I_{th}（例えばO₂濃度：-1%（酸素が1%不足している状態）に相当する大きさ）以下であるか否かを判断する。

【0042】そして、第1ポンプ電流I_{p1}が基準値I_{th}より大きい（I_{p1}>I_{th}）間は、S120、S130を繰り返し実行することで待機し、第1ポンプ電流I_{p1}が基準値I_{th}以下（I_{p1}≤I_{th}）になると、S140に移行して、リッチスパイクの打込終了を指示して本処理を終了する。

【0043】これにより、運転制御処理において、空燃比の目標値がリーン状態となるように戻され、リッチ状態での内燃機関M1の運転から、リーン状態での通常運転に戻る。以上説明したように、本実施形態の排ガス浄化システム2においては、リッチスパイクの打込を開始後、排ガス中のO₂濃度を表す第1ポンプ電流I_{p1}に基づいて、排ガス成分のリッチへの変化、即ち、リッチスパイクによる窒素酸化物吸着触媒4に吸着された窒素酸化物の還元完了を検出し、リッチスパイクの打込を終了するようにされている。つまり、図4中の時刻t1～t3の期間だけ、リッチスパイクの打込を行うようにされている。

【0044】従って、本実施形態の排ガス浄化システム2によれば、窒素酸化物吸着触媒4に吸着された窒素酸化物の還元完了後に、過剰にリッチスパイクが打ち込まれてしまうことを確実に防止できるため、排気エミッションの改善と燃費の向上とを図ることができる。

【0045】しかも、本実施形態の排ガス浄化システム2は、リッチスパイクの打込開始タイミングを検出するために、既に窒素酸化物センサ10が設けられている場合には、新たなセンサを追加する必要がなく、簡単に実現することができる。

【第2実施形態】次に、第2実施形態について説明する。

【0046】本実施形態では、第1実施形態とはリッチスパイク打込処理の内容が異なるだけであるため、この処理についてのみ説明する。本実施形態におけるリッチスパイク打込処理では、図2(b)に示すように、S210にてリッチスパイクの打込開始を指示した後、S220では、駆動回路20を介して第1ポンプ電圧V_{p1}の検出値を読み込み、続くS230では、第1ポンプ電圧V_{p1}が0V以下であるか否か、即ち、極性が反転したか否かを判断する。

【0047】そして、第1ポンプ電圧V_{p1}が、0Vより大きい（V_{p1}>0）間は、S220、S230を繰り返し実行することで待機し、第1ポンプ電圧V_{p1}が0V以下（V_{p1}≤0）になると、S240に移行して、リッチスパイクの打込終了を指示して本処理を終了する。但し、第1ポンプ電圧V_{p1}にノイズが乗っている場合は、確実にリッチになったタイミングでリッチスパイクを終了させるため、例えば第1ポンプ電圧V_{p1}が0Vより小さな値（例えばV_{p1}=-150mV）に達した時点で打ち込みを終了させるようにしてもよい。

【0048】即ち、第1実施形態では、リッチスパイクの打込終了タイミングを、第1ポンプ電流I_{p1}の変化から求めているが、本実施形態では、第1ポンプ電圧V_{p1}の変化から求めている点が異なっている。なお、第1ポンプ電圧V_{p1}は、第1ポンプ電流I_{p1}と連動して変化し、しかも、ストイキ付近では、第1ポンプ電流I_{p1}より大きく変化する。

【0049】従って、本実施形態によれば、第1ポンプ電流I_{p1}を用いた第1実施例の場合と同様の効果を得ることができるだけでなく、判定に用いる基準値（ここでは0V）のマージンを大きくとることができ、ノイズなどによる誤判定が生じる可能性が小さいため、処理の信頼性を向上させることができる。

【第3実施形態】次に、第3実施形態について説明する。

【0050】本実施形態では、第1実施形態とはリッチスパイク打込処理の内容が異なるだけであるため、この処理についてのみ説明する。本実施形態におけるリッチスパイク打込処理では、図2(c)に示すように、S310にてリッチスパイクの打込開始を指示した後、S320では、駆動回路20を介して第2ポンプ電流I_{p2}の検出値を読み込み、続くS330では、前回読み込んだ第2ポンプ電流I_{p2}の検出値と比較することにより、第2ポンプ電流の変化率δI_{p2}を算出する。

【0051】続くS340では、S330にて算出した変化率δI_{p2}が負値から正値に変化したか否か、即ち、第2ポンプ電流I_{p2}の変化が減少から増大に転じたか否かを判断する。そして、第2ポンプ電流の変化率δI_{p2}が負値から正値に変化していない間は、S320、S3

40を繰り返し実行することで待機し、第2ポンプ電流の変化率 δI_{p2} が負値から正值に変化すると、S350に移行して、リッチスパイクの打込終了を指示して本処理を終了する。

【0052】即ち、本実施形態では、リッチスパイクの打込終了タイミングを、第2ポンプ電流 I_{p2} に基づいて求めている点が、第1及び第2実施形態とは異なっている。但し、本実施形態の場合も、排ガス成分のリッチへの変化、即ち、リッチスパイクによる窒素酸化物吸着触媒4に吸着された窒素酸化物の還元完了を検出していることに代わりはなく、ほぼ図4中の時刻 $t_1 \sim t_3$ の期間だけ、リッチスパイクの打込が行われるため、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0053】以上、本発明のいくつかの実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、様々な態様での実施が可能である。例えば、上記実施形態では、リッチスパイク打込の終了タイミングを、ECU6の処理により判断しているが、窒素酸化物センサ10の出力と基準値とを比較する比較回路により判断し、割り込み処理等を用いて、リッチスパイクの打込を終了させるようにしてもよい。この場合、終了タイミングを検出してから、実際にリッチスパイクが終了するまでの制御遅れが短縮されるため、未燃成分の排出をより低減することができる。

【0054】また、上記実施形態では、リッチスパイク打込処理の起動を、窒素酸化物濃度の検出値に基づいて行っているが、一定時間毎に定期的起動したり、運転状態に応じて起動タイミングを変化させたりしてもよい。更に、上記実施形態では、リッチスパイク打込の終了タイミングとして、排ガス成分のリッチへの変化を検

出しているが、例えば、第1ポンプ電流の変化率 δI_{p1} から、第1ポンプ電流 I_{p1} がストイキを示す時点（図4中の時刻 t_2 ）や、第2ポンプ電流の変化率 δI_{p2} が正值から負値に変化する時点（図4中の時刻 $t_1 \sim t_3$ の間にある第2ポンプ電流 I_{p2} のピーク）を検出し、この時点に基づいて、リッチスパイク打込の終了タイミングを設定してもよい。

【0055】また更に、上記実施形態では、酸素イオン伝導性の固定電解質層などからなる窒素酸化物センサ10を用いているが、排ガス成分がリーンからストイキやリッチに変化したことを検出可能なセンサであれば、どのようなセンサを用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施形態の排ガス浄化システムの概略構成図である。

【図2】 ECUが実行するリッチスパイク打込処理の内容を表すフローチャートである。

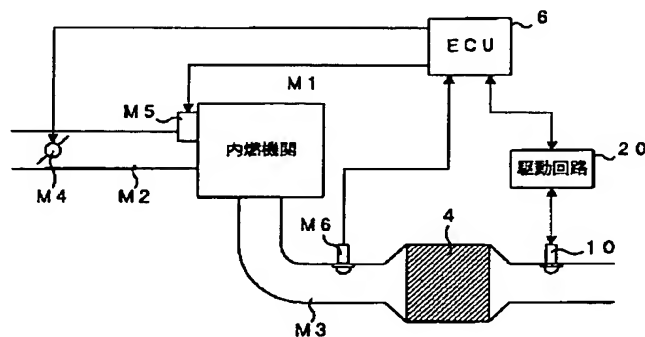
【図3】 窒素酸化物吸着触媒の下流における排ガス成分の測定に用いた窒素酸化物センサの構成、及び駆動方法を表す説明図である。

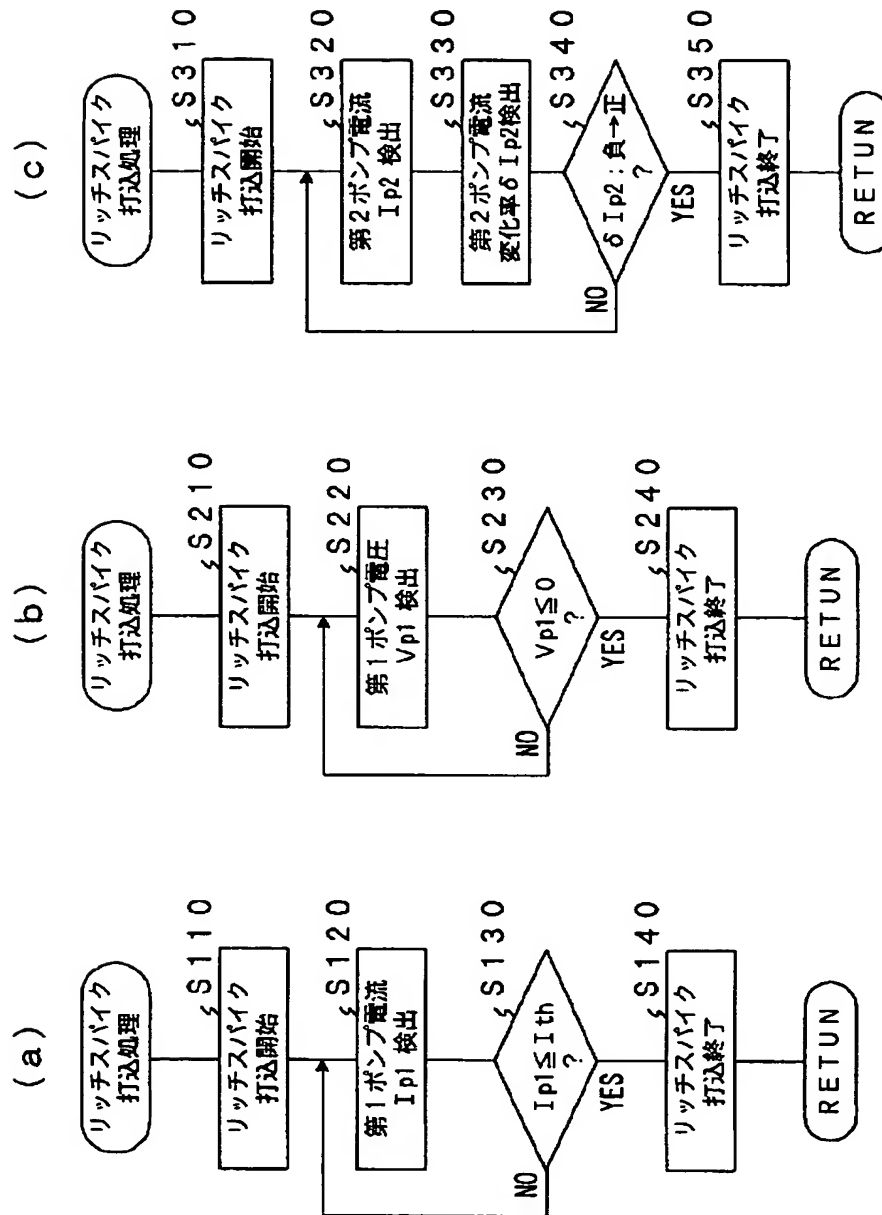
【図4】 測定結果を表すグラフである。

【符号の説明】

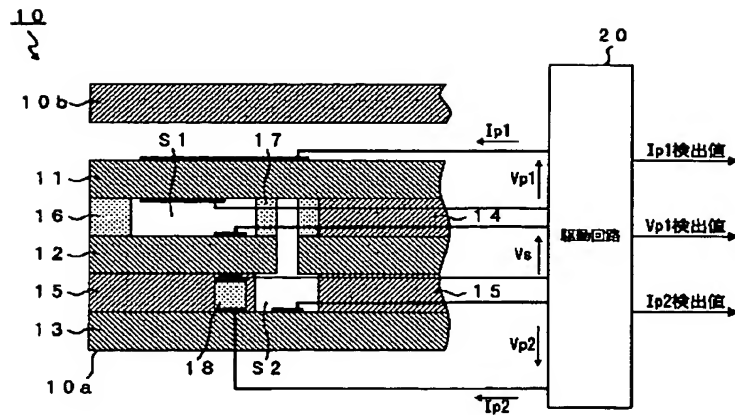
2…排ガス浄化システム、4…窒素酸化物吸着触媒、10…窒素酸化物センサ、11…第1酸素ポンプセル、12…酸素濃度測定セル、13…第2酸素ポンプセル、14、15…絶縁層、16…第1拡散経路、17…第2拡散経路、18…酸素基準室、20…駆動回路、M1…内燃機関、M2…吸気管、M3…排気管、M4…スロットルバルブ、M5…インジェクタ、M6…空燃比センサ、S1…第1測定室、S2…第2測定室

【図1】

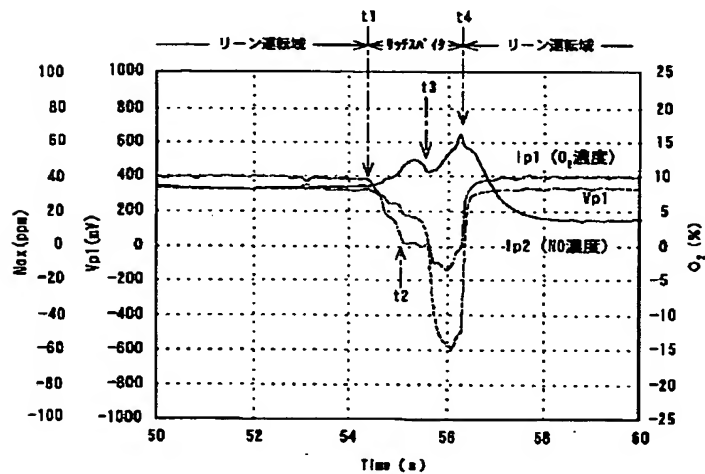




【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 塩谷 宏治
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日
本特殊陶業株式会社内
(72)発明者 田辺 真志
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日
本特殊陶業株式会社内

F ターム(参考) 3G091 AA02 AA12 AA22 AB05 AB09
BA11 BA14 BA27 CA24 CA26
CB03 DA03 EA34 FB10 FB12
HA36 HA37 HA42
3G301 HA01 HA04 HA16 JA26 KA21
LA03 LB04 LC03 MA01 NA08
ND01 NE13 PD03Z PD09Z
4D048 AA06 AB01 AB02 BA10X
BA15X BA30X BA33X BB02
CD01 DA01 DA02 DA07